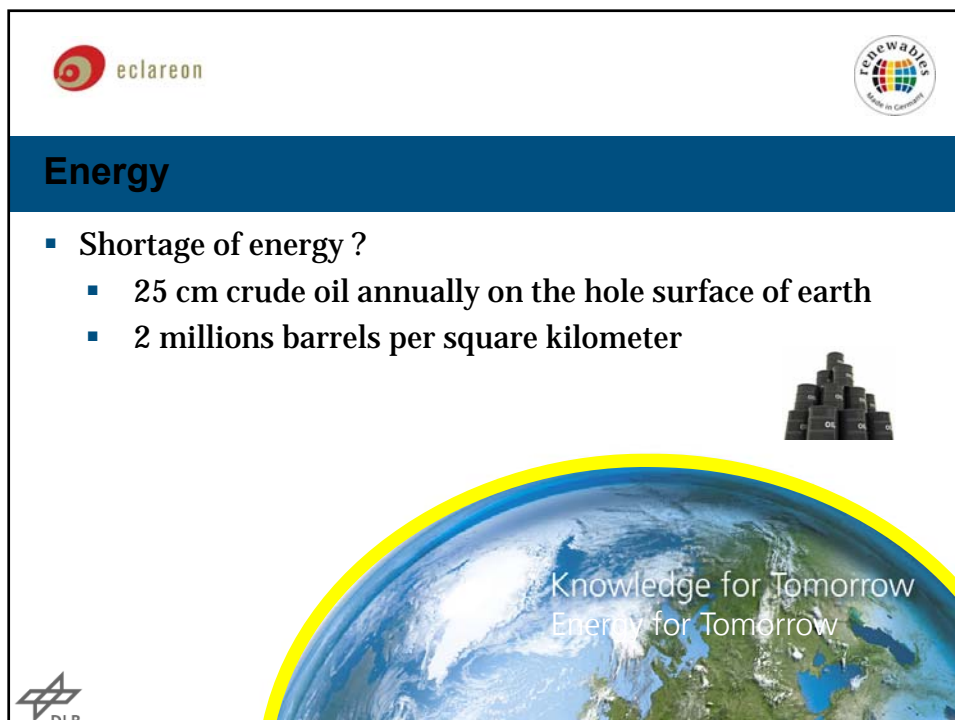


## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE



**GESCHÄFTSREISEPROGRAMM  
EXPORTINITIATIVE  
ERNEUERBARE ENERGIEN  
24. – 28. November 2013, Dubai, VAE**

**Concentrating Solar Power Plants (CSP)**  
**Jürgen Kern**  
DLR (German Aerospace Center)  
[www.exportinitiative.bmw.de](http://www.exportinitiative.bmw.de)

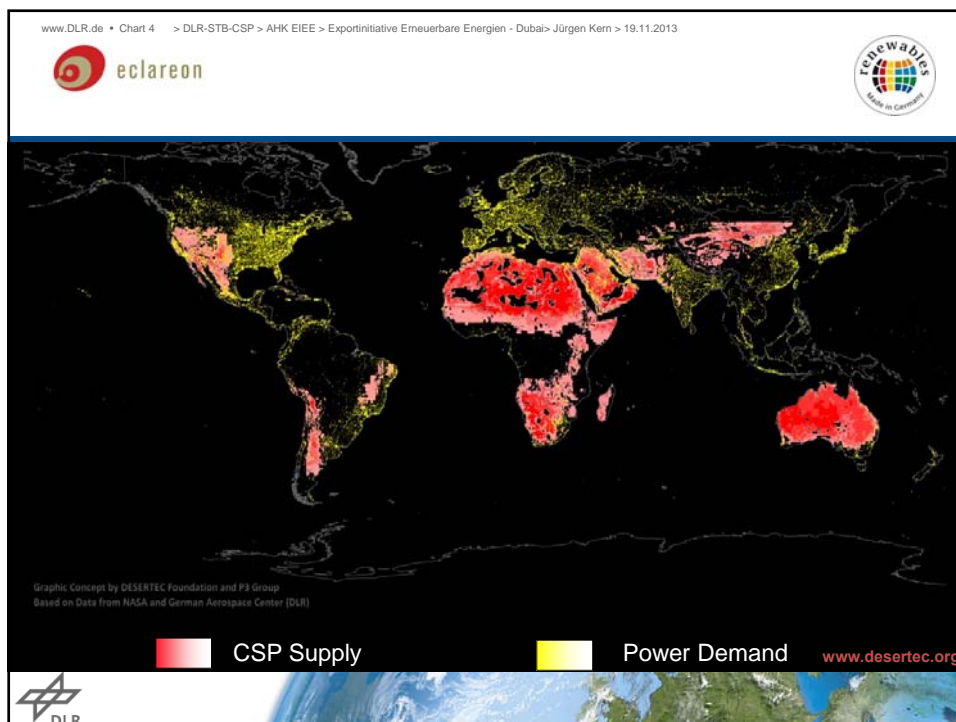
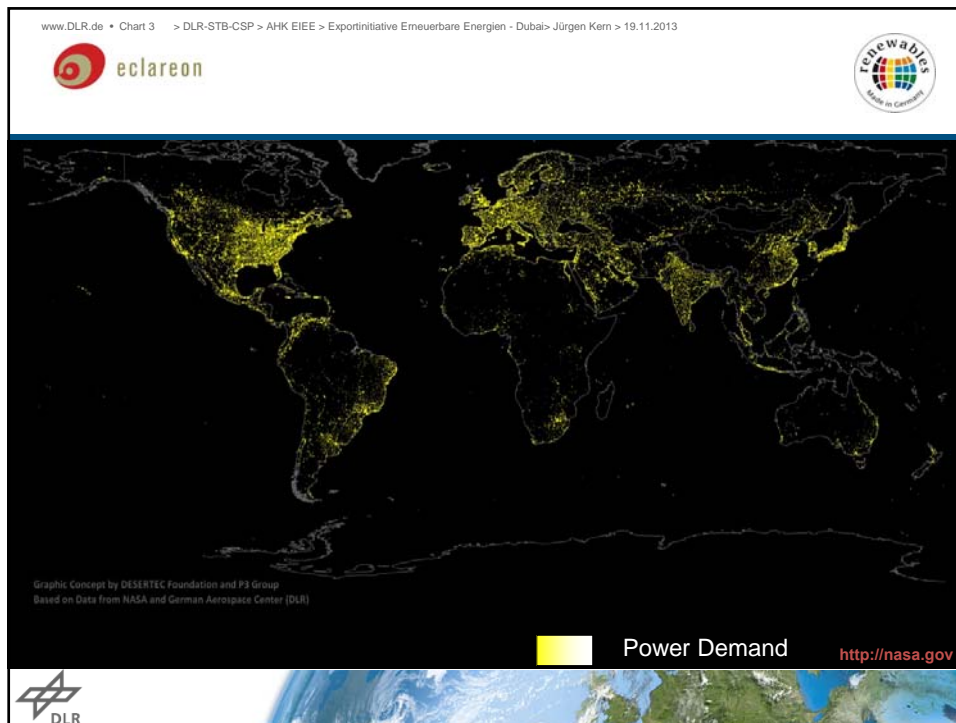


**Energy**

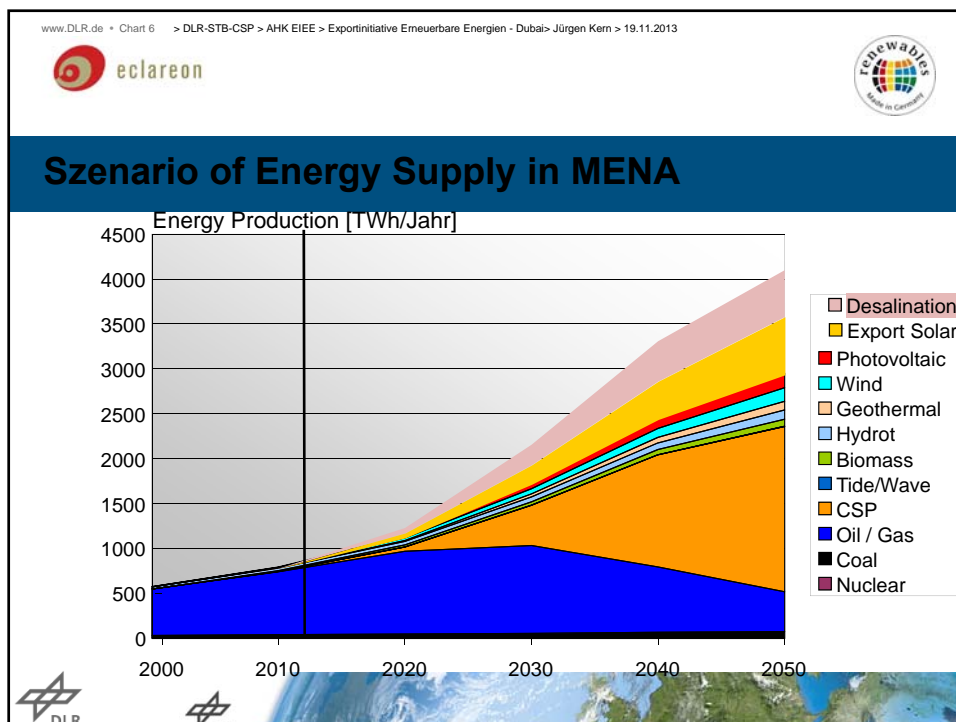
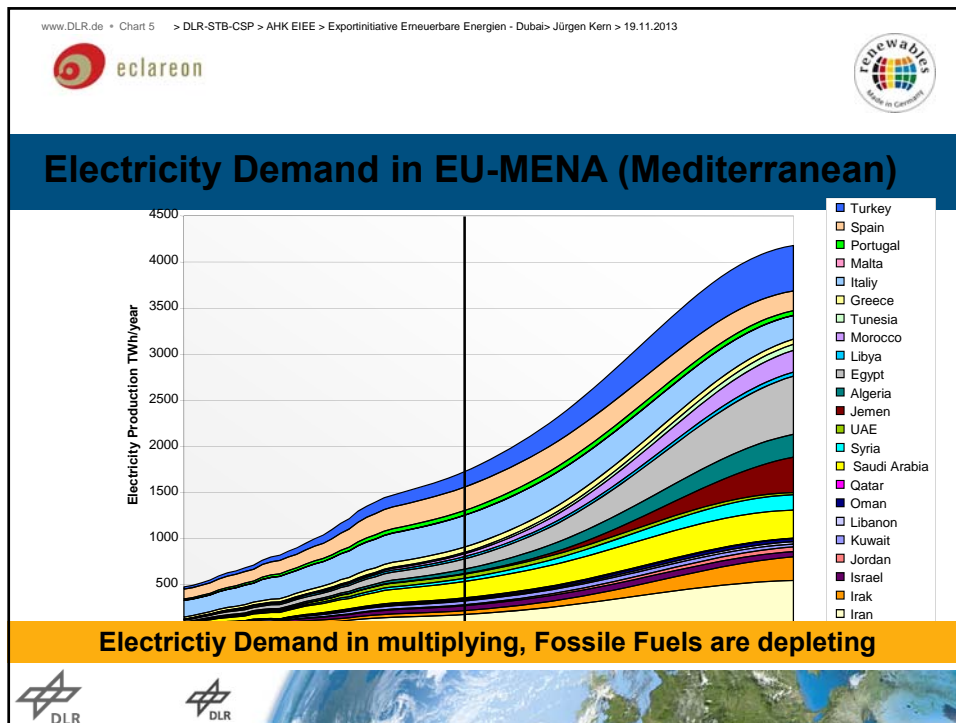
- Shortage of energy ?
  - 25 cm crude oil annually on the hole surface of earth
  - 2 millions barrels per square kilometer

Knowledge for Tomorrow  
Energy for Tomorrow

## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE



## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE



## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

The slide features a blue background with the title "Concentrating Solar Power (CSP)" in white. Logos for eclareon and Renewables Made in Germany are in the top corners. The DLR logo is in the bottom left. A navigation bar at the bottom includes the URL "www.DLR.de • Chart 7 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai> Jürgen Kern > 19.11.2013" and a small German government logo.

eclareon

Renewables  
Made in Germany

# Concentrating Solar Power (CSP)

DLR

www.DLR.de • Chart 7 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai> Jürgen Kern > 19.11.2013

Unterstützt durch:  
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

The slide is titled "Renewable Energy for Power Generation" and displays six images of renewable energy technologies. Logos for eclareon and Renewables Made in Germany are in the top corners. The DLR logo is in the bottom left. A navigation bar at the top includes the URL "www.DLR.de • Chart 8 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai> Jürgen Kern > 19.11.2013".

www.DLR.de • Chart 8 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai> Jürgen Kern > 19.11.2013

eclareon

Renewables  
Made in Germany

## Renewable Energy for Power Generation

Wind Power (Enercon)

Hydropower (Tauernkraft)

Solar Chimney (SBP)

Photovoltaic (NREL)

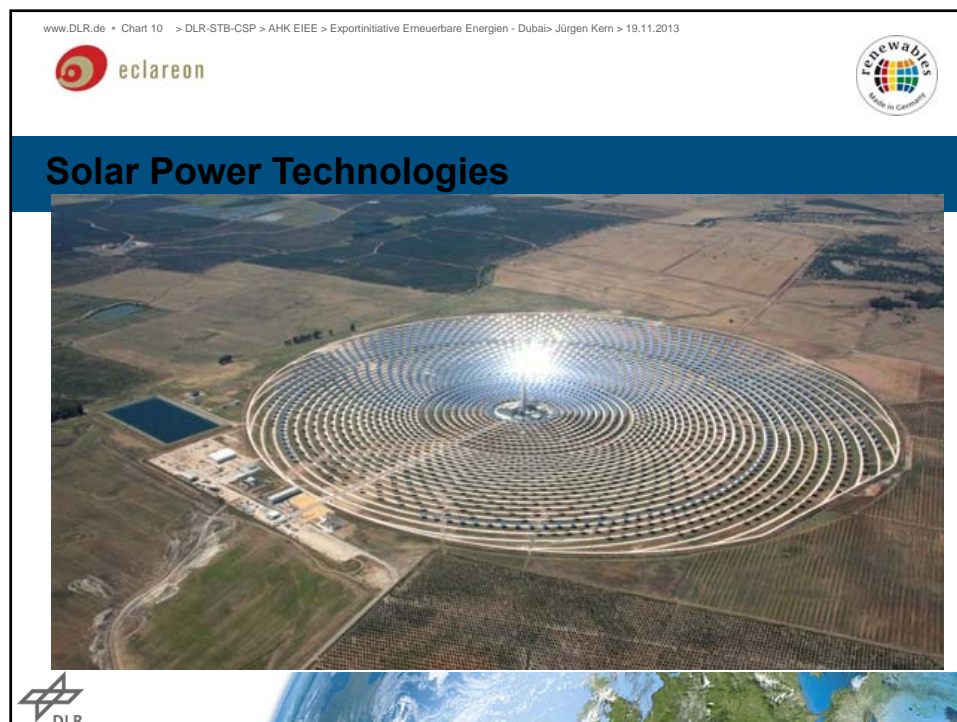
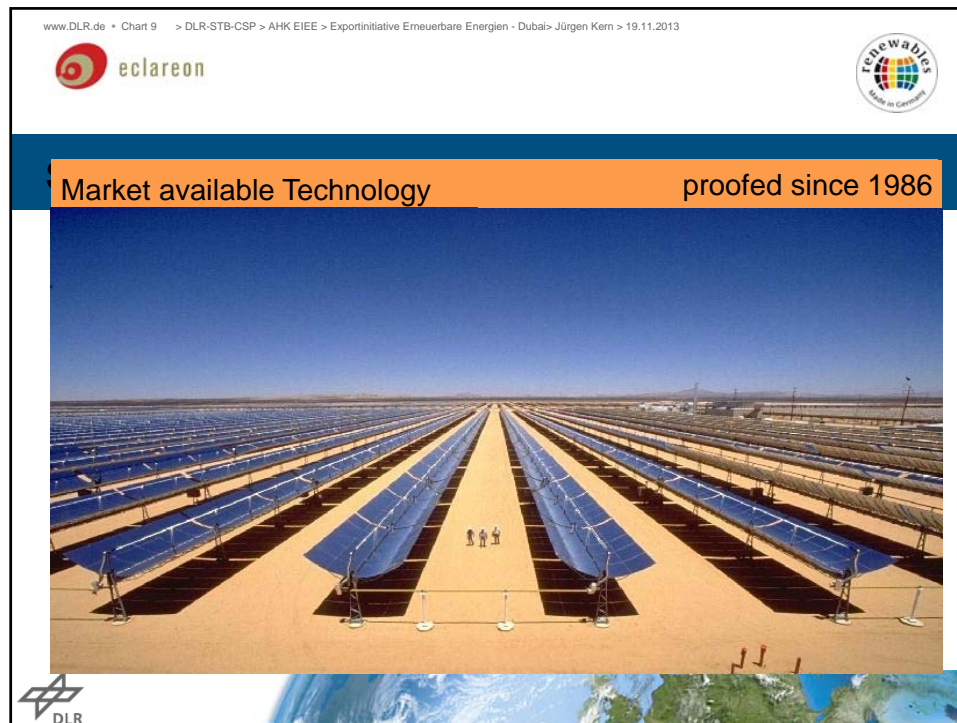
Hot Dry Rock (Stadtwerke Urach)

Biomass Power (NREL)

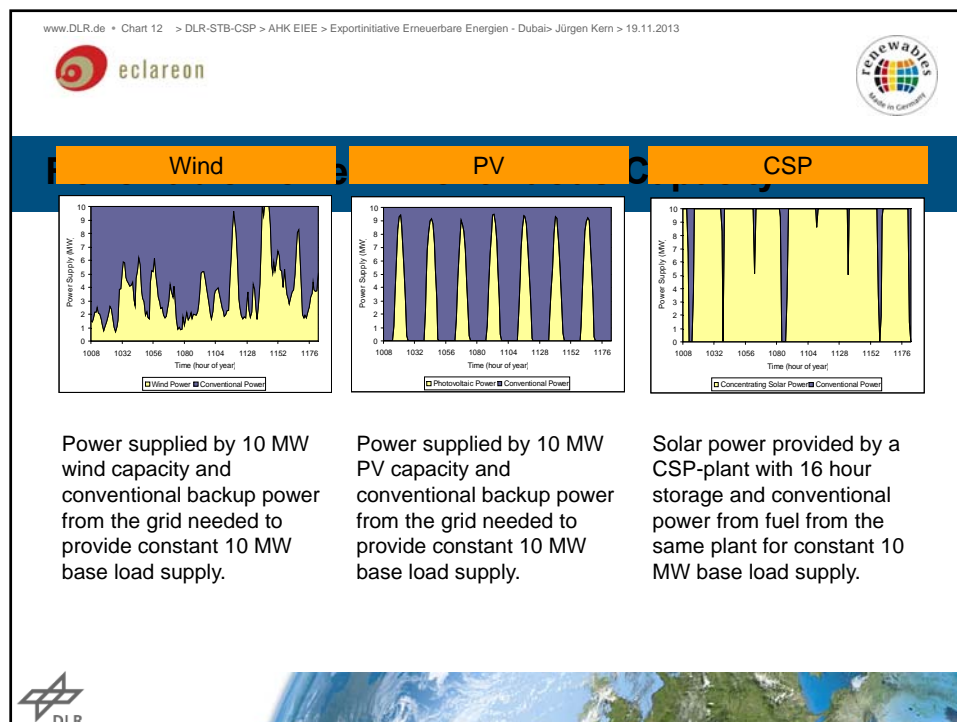
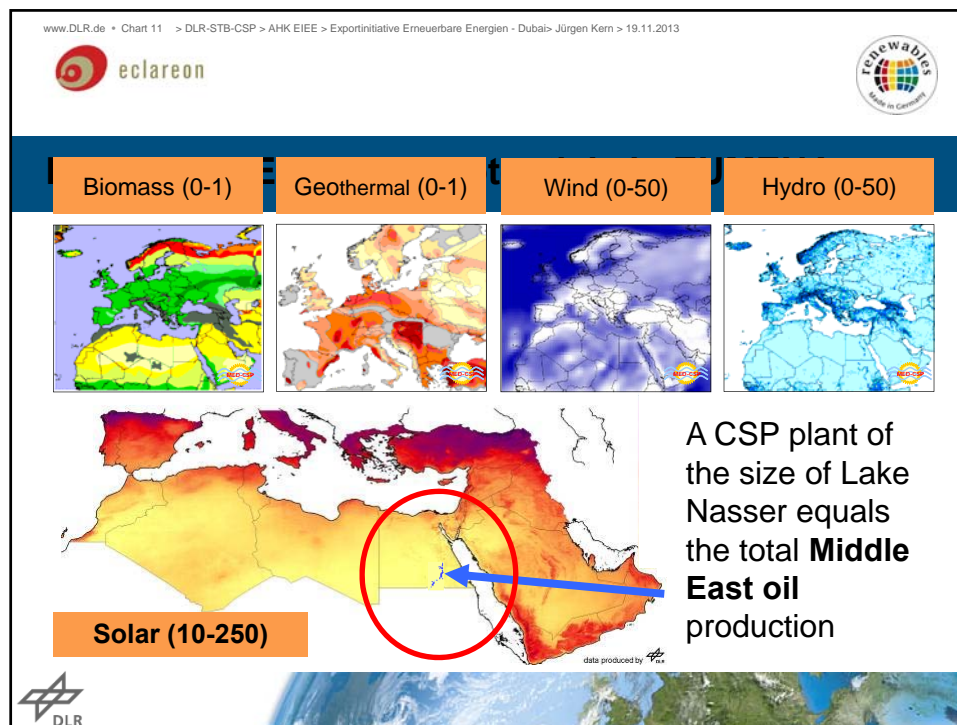
DLR



## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE





# Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE



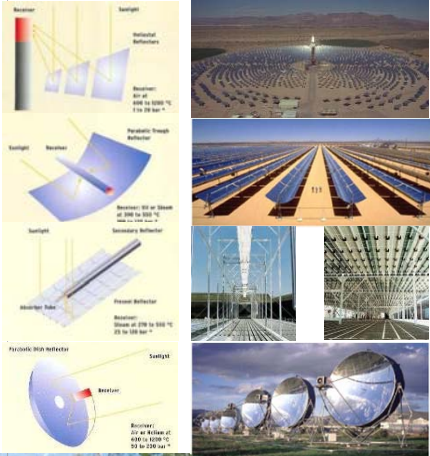
# Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE


www.DLR.de • Chart 13 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai> Jürgen Kern > 19.11.2013



## Concentrating Solar Power (CSP) Technologies

- **Tower with Heliostats**
  - Medium Air, Salt, Water
  - 600-1200°C
- **Parabolic Trough**
  - Medium Oil, Water/Steam
  - 390-550°C
- **Linear Fresnel**
  - Medium Water/Steam
  - 270-550°C
- **Parabolic Dish**
  - small & decentral < 50 kW
  - Helium/Hydrogen
  - 600-1200°C

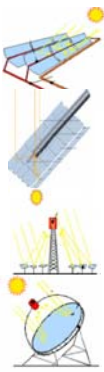





www.DLR.de • Chart 14 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai> Jürgen Kern > 19.11.2013

## Status of CSP Technologies




Techno logy	Status	Markwt •Residential •Commercial •Utility	Availability	LCOE	Cost Reduction Potential
Trough	Commercial >1985	-C-U	+++	€	+
Fresnel	Commercial >2009	R-C-U	++	€	+++
Tower	Commercial >2006	-C-U	++	€€	++
Dish/ Stirling	Demo > 1980	R-C-	+	€€€	++






## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE


www.DLR.de • Chart 15 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013


**SEGS, California, USA, 1986**  
354 MW, commercial Operation since 1986




Quelle: SANDIA Photo Database




www.DLR.de • Chart 16 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

**ANDASOL 1+2(+3) Guadix, Spain, 2009/2010/2011**  
3 x 50 MW, 7 h Storage, 3600 Full Load Hours per Year



[www.solarmillennium.de](http://www.solarmillennium.de)





## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

www.DLR.de • Chart 17 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

**MAN Ferrostaal – Solar Power Group, 2008**  
Demonstration, PSA, Almeria, Spain



[www.solarpowergroup.com](http://www.solarpowergroup.com)



www.DLR.de • Chart 18 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

**Novatec Puerto Errado PE1 & PE2, Spain**  
2 + 30 MW, 2009/2010, Air Cooling








[www.novatec-biosol.com](http://www.novatec-biosol.com)




## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

www.DLR.de • Chart 19 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

PS 10 & 20 - Spain	Brightsource – IL/USA	eSolar - USA
		
<p>ABENGOA Solar – San Lucar PS20 150 000 m<sup>2</sup> Temperatures 250-300 °C SteamPressure 45 bar</p>	<p>Solar Energy Dev. Cent. SEDC Negev, Israel 4-6 MW Solar Power Complex Ivanpah CA, USA – 400 MW geplant</p>	<p>Sierra SunTower 5 MW: 24.000 Heliostats Temperatures 440° C SteamPressure 60 bar</p>



www.DLR.de • Chart 20 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

**TORRESOL Gemasolar, Sevilla, Spanien, 2011**  
20 MW, 15 h Speicher, 5500 Volllaststunden pro Jahr







[www.torresolenergy.com](http://www.torresolenergy.com)





## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

www.DLR.de • Chart 21 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013



 

### Thermal Energy Storage (TES)







Molten Salt	Concrete	Latent Heat
		
Pressurized - Ruths		Hot Water
		



 

www.DLR.de • Chart 22 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

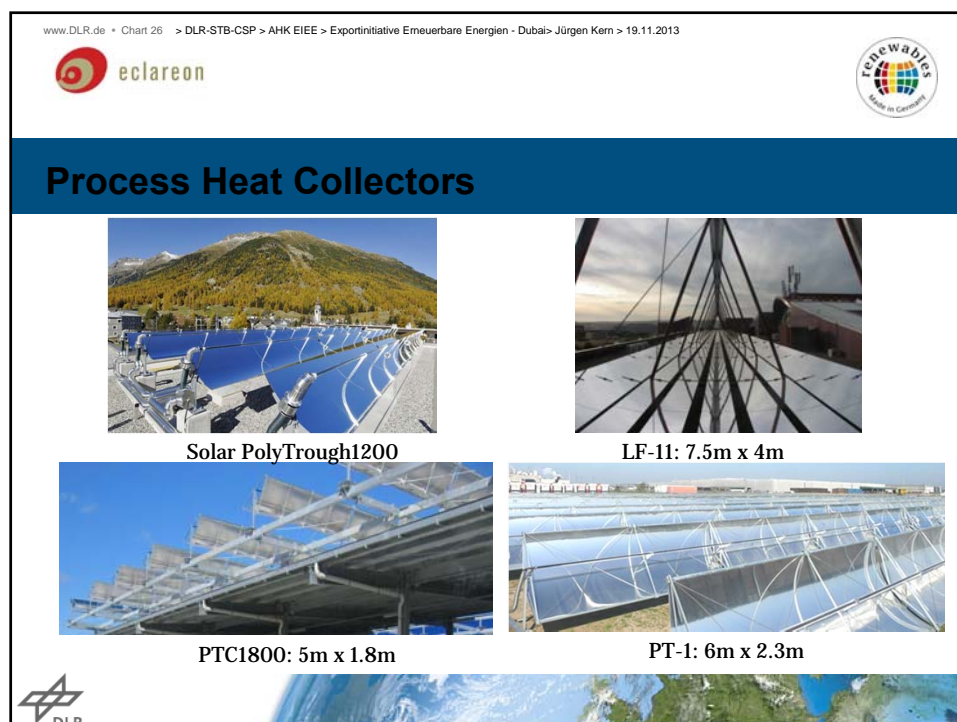
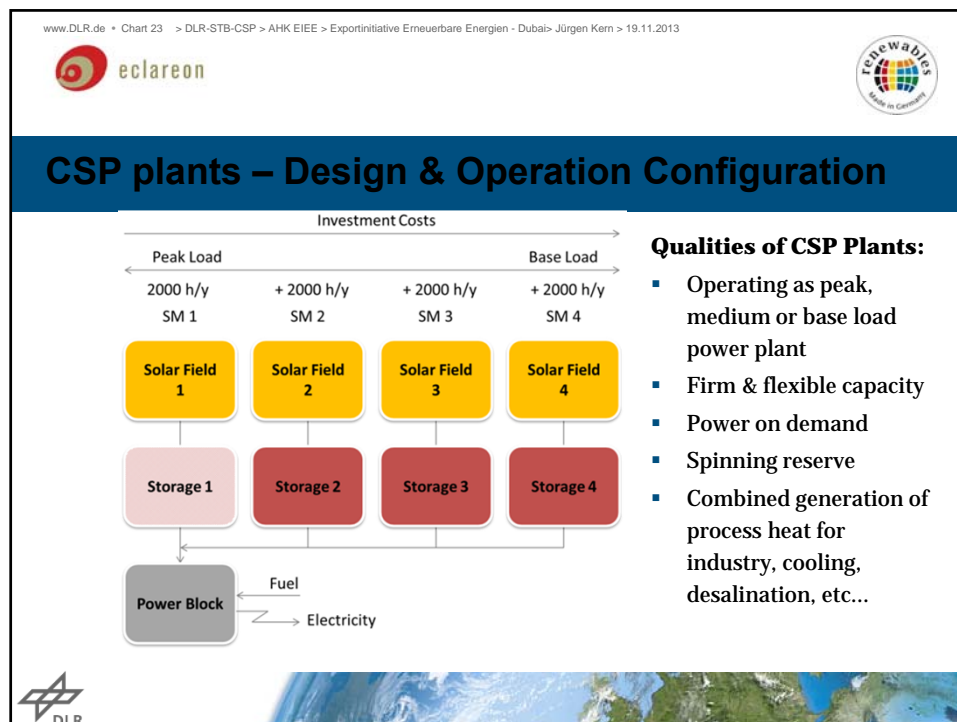
 

### Sea-water Desalination - Multi Effect Distillation

Aquasol - Spanien	Abutaraba – Libyen	Fujairah II IWPP - VAE
		
		
Solare Desalination 1988 High-Efficient 14 Stages Plataforma Solar Almeria	VEOLIA / SIDEM 2003 3 Modules w/ 13.333 m <sup>3</sup> /d GECOL, Libya	Sidem JV 2009 12 Modules w/ 38.640 m <sup>3</sup> /d ADWEA, Abu Dhabi, VAE

# Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE





## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

www.DLR.de • Chart 27 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai > Jürgen Kern > 19.11.2013


 

### Solar Process Heat Installations



Steinway and Sons piano factory, New York

- Collector surface 501 m<sup>2</sup> of Abengoa IST Pt-1 collectors
- Back-up by natural gas
- Heating and cooling, process steam
- Humidity control of piano „action“ department






www.DLR.de • Chart 29 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai > Jürgen Kern > 19.11.2013

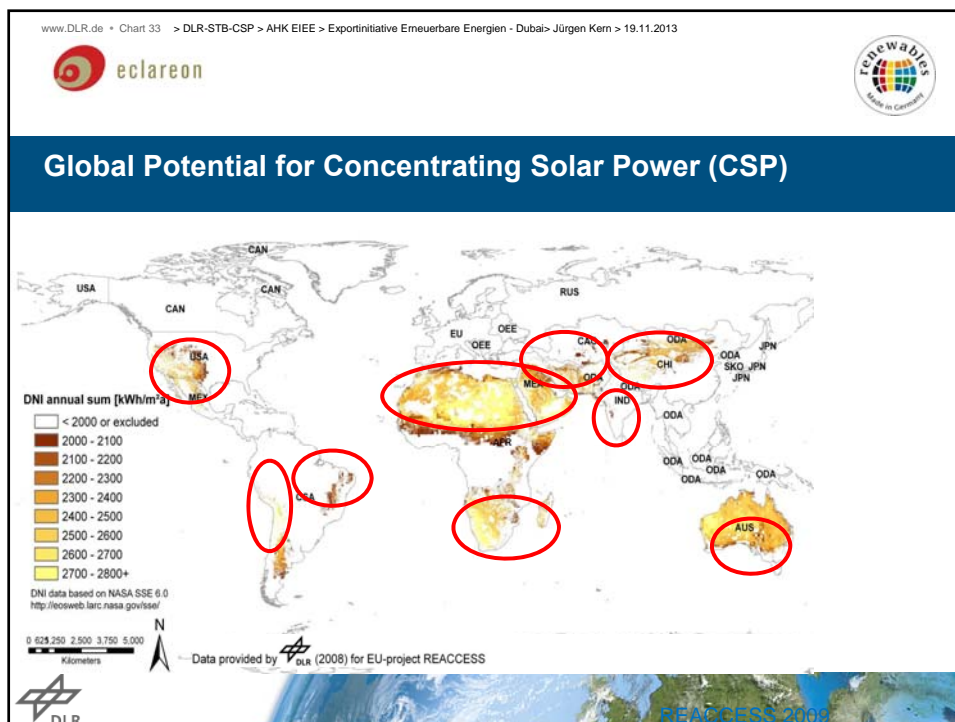
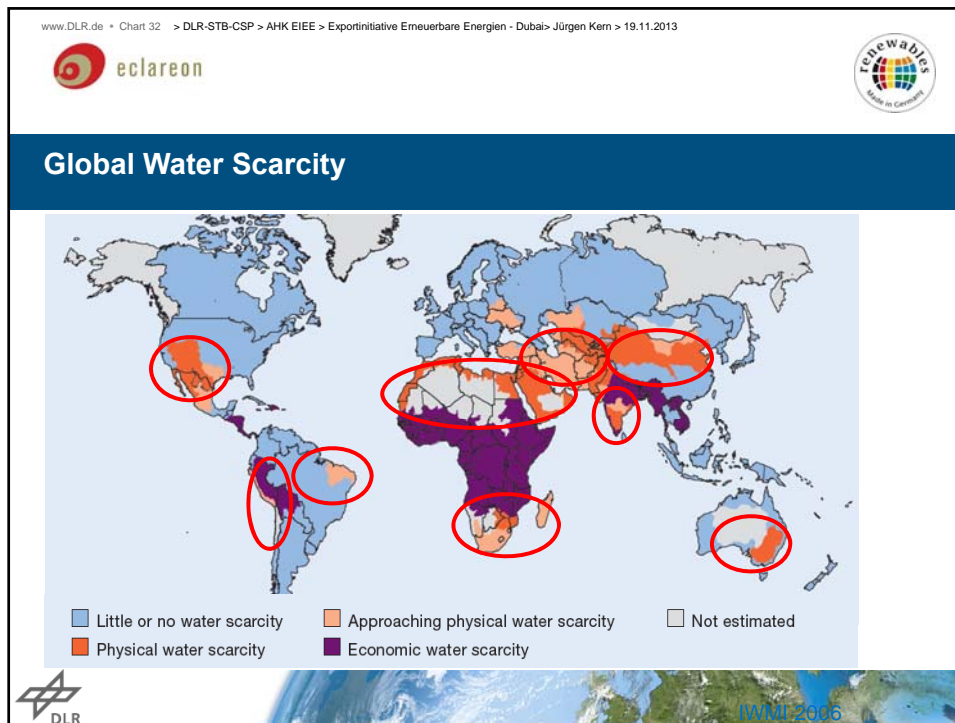
### Solar Cooling in Doha



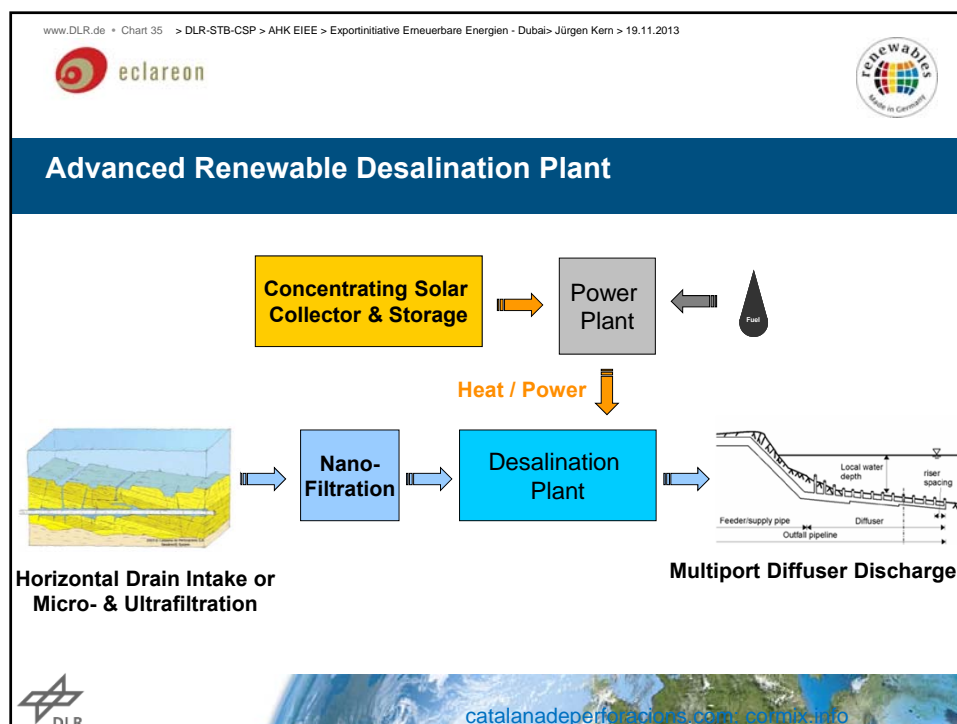
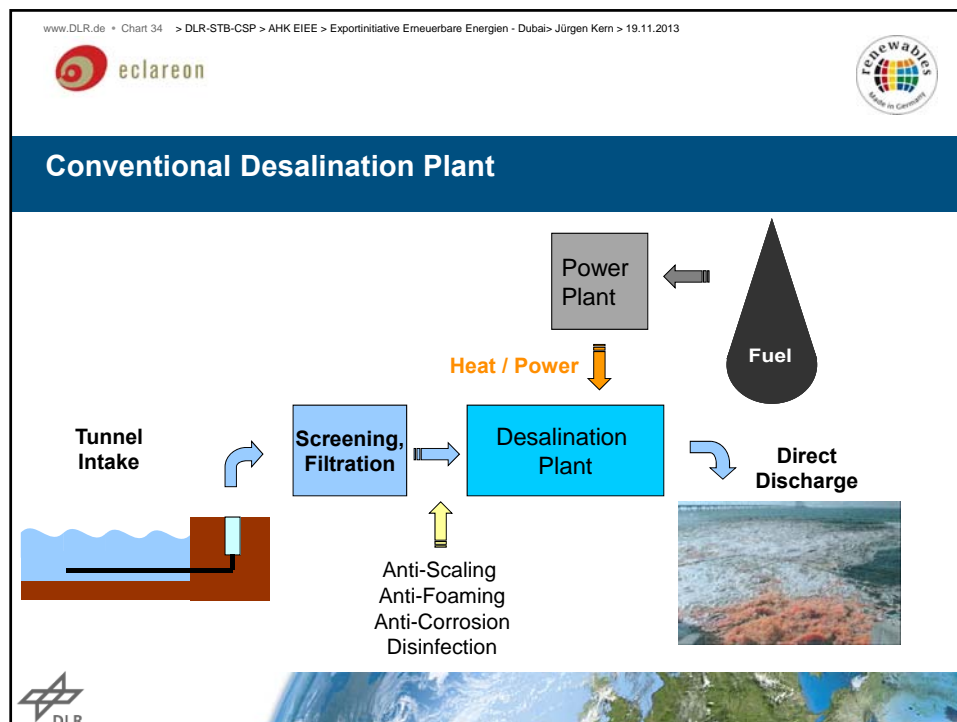
Solar cooling with Fresnel collectors LF of Industrial Solar

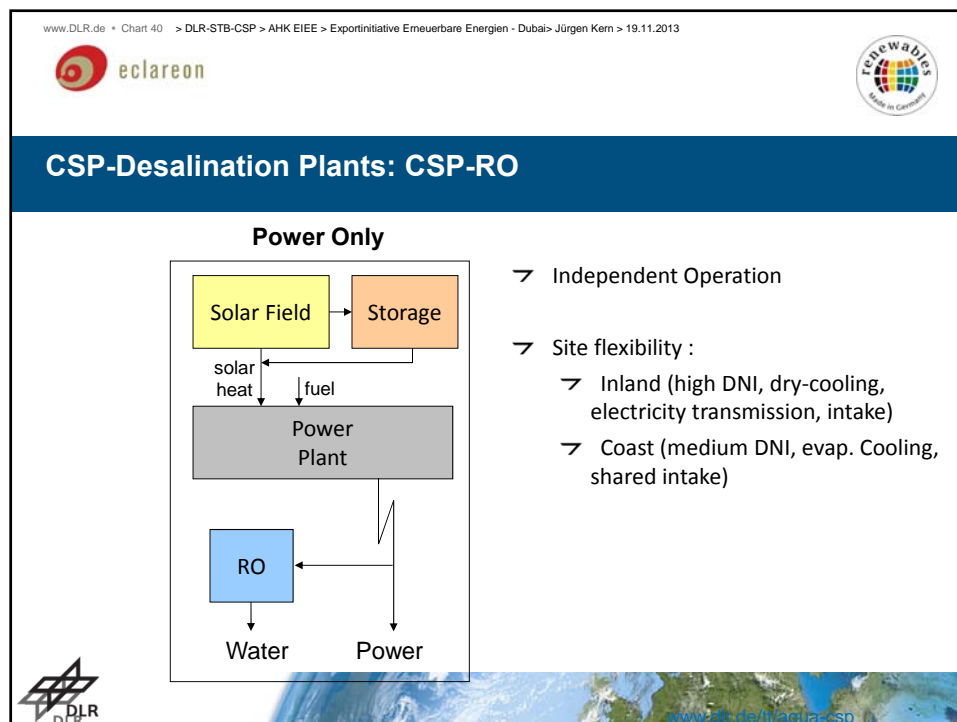
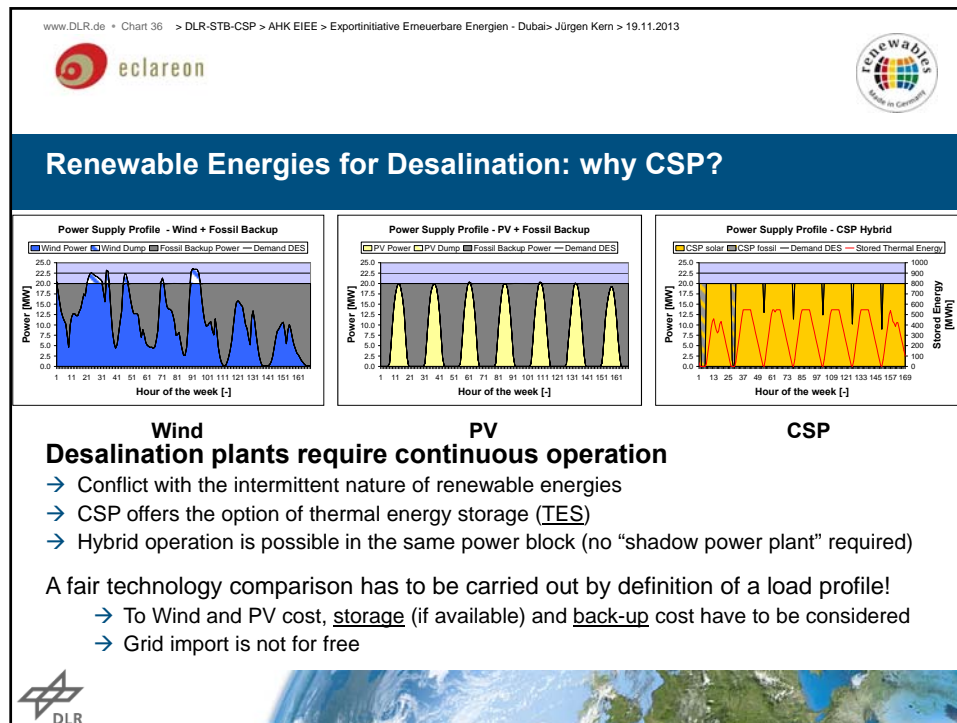
## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE



# Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

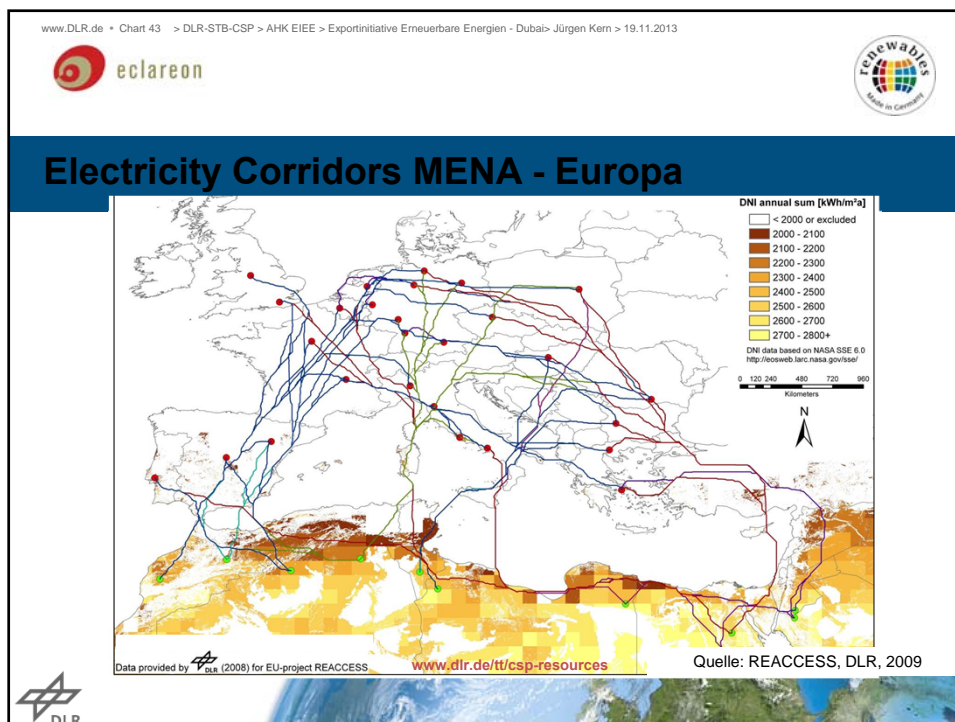
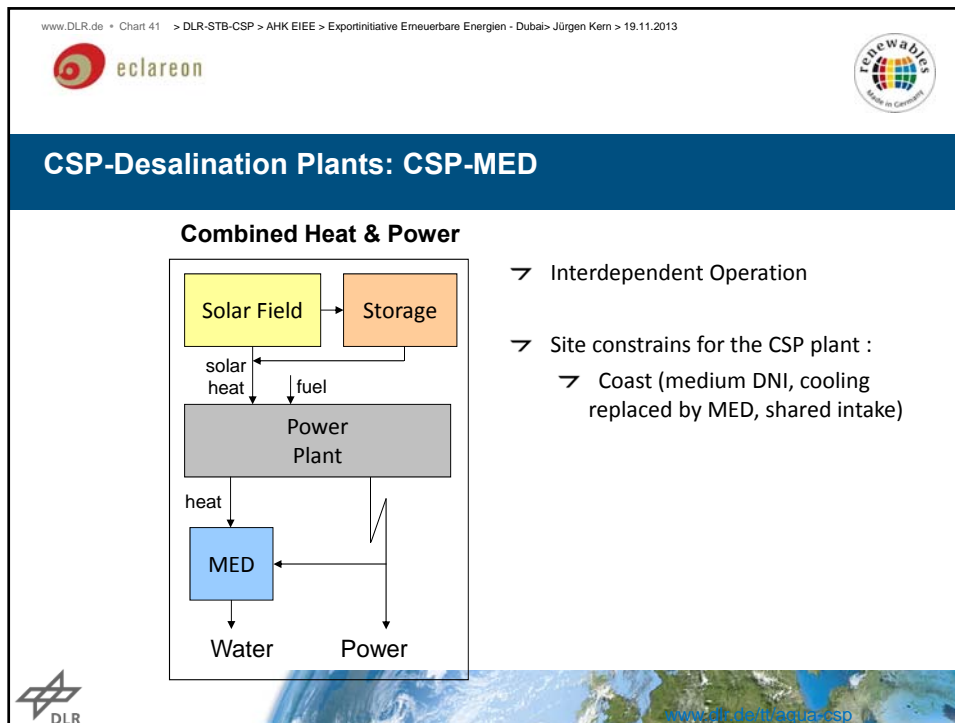


# Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE







## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE





## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

www.DLR.de • Chart 44 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

### Strategies



- 2006 TRANS-CSP Study of DLR
- 2007 DESERTEC White-Book for EU-MENA
- 2008 Mediterranean Solar Plan (MSP bzw. PSM)  
Union for the Mediterranean (UfM bzw. UpM)
- 2009 DESERTEC Foundation and Dii GmbH
- 2010 MedGrid (TransGreen), FoSG, ...
- 2011 Morocco Solar Plan MASEN 2 GW - 2020
- 2011 HELIOS Griechenland 10 GW (PV)
- 2011 VAE MASDAR City, Shams1 and Noor 1
- 2012 Saudi Arabia 41 GW (25 GW CSP) – 2032
- 2013 Kuwait Solar Plan 2 GW ++





## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

www.DLR.de • Chart 46 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai > Jürgen Kern > 19.11.2013

### Selected publications

- MED-CSP [www.dlr.de/tt/med-csp](http://www.dlr.de/tt/med-csp)
- TRANS-CSP [www.dlr.de/tt/trans-csp](http://www.dlr.de/tt/trans-csp)
- AQUA-CSP [www.dlr.de/tt/aqua-csp](http://www.dlr.de/tt/aqua-csp)
- MED-CSD [www.med-csd-ec.eu/eng/](http://www.med-csd-ec.eu/eng/)
- MENA Regional Water Outlook [www.dlr.de/tt/menawater](http://www.dlr.de/tt/menawater)
- Financing concentrating solar power in the Middle East and North Africa – Subsidy or investments? Energy Policy 39 (2011) 307-317  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.045>
- Solar electricity imports from Middle East and North Africa to Europe  
Energy Policy 42 (2012) 341-353  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.091>

شكرا لكم على الاهتمام  
-  
Thank you very much for your attention!

**Jürgen Kern**  
DLR German Aerospace Center  
Institute of Technical Thermodynamics  
System Analysis and Technology Assessment  
✉ [juergen.kern@dlr.de](mailto:juergen.kern@dlr.de)  
☎ +49 711 6862 8119  
[www.exportinitiative.bmw.de](http://www.exportinitiative.bmw.de)

## Exportinitiative Erneuerbare Energien Geschäftsreise Qatar und VAE

www.DLR.de • Chart 48 > DLR-STB-CSP > AHK EIEE > Exportinitiative Erneuerbare Energien - Dubai- Jürgen Kern > 19.11.2013

### Contact

Dr. Franz Trieb	<a href="mailto:franz.trieb@dlr.de">franz.trieb@dlr.de</a>	+49 711 6862 - 423
Massimo Moser	<a href="mailto:massimo.moser@dlr.de">massimo.moser@dlr.de</a>	+49 711 6862 - 334
Tobias Fichter	<a href="mailto:tobias.fichter@dlr.de">tobias.fichter@dlr.de</a>	+49 711 6862 - 779
Jürgen Kern	<a href="mailto:juergen.kern@dlr.de">juergen.kern@dlr.de</a>	+49 711 6862 - 8119

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)  
Institut für Technische Thermodynamik  
System Analyse und Technologie Bewertung  
Pfaffenwaldring 38-40 | 70569 Stuttgart | Germany

[www.DLR.de/tt/](http://www.DLR.de/tt/)

